

Aus der Abteilung für zahnärztliche Werkstoffkunde und Technologie  
(Vorsteher: Prof. Dr. H. Marx)  
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

AUSMASS DES DORSALEN RANDSPALTES BEI OBERKIEFER-  
PROTHESEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM HERSTELLUNGSVERFAHREN  
BEI VERSCHIEDENEN KUNSTSTOFFEN

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
der Zahnheilkunde  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,  
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von  
WILLI RETTERATH  
aus Brücktal

Mainz 1974

1975



Aus der Abteilung für zahnärztliche Werkstoffkunde und Technologie  
(Vorsteher: Prof. Dr. H. Marx)  
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

AUSMASS DES DORSALEN RANDSPALTES BEI OBERKIEFER-  
PROTHESEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM HERSTELLUNGSVERFAHREN  
BEI VERSCHIEDENEN KUNSTSTOFFEN

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
der Zahnheilkunde  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,  
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von  
WILLI RETTERATH  
aus Brücktal

Mainz 1974

Fachbereichsdekan : Prof. Dr. Dr. W. Ketterl

Referent : Prof. Dr. H. Marx

Korreferent : Prof. Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung

29. Januar 1975



## Meinen Eltern

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Einleitung: Einführung der Kunststoffe in die Zahnheilkunde                    | 1  |
| Hauptteil: A. Chemie der Kunststoffe                                           | 3  |
| B. Bisherige Untersuchungen über die Passgenauigkeit von Prothesenkunststoffen | 5  |
| C. Eigene Untersuchungen                                                       | 8  |
| I. Modellherstellung                                                           | 8  |
| II. Fertigstellung der Prothesenplatten (bei normaler Isolierung)              | 9  |
| a) Paladon 65 (Firma Kulzer)                                                   | 9  |
| b) Palapress (Firma Kulzer)                                                    | 10 |
| c) Luxene 44 (Firma Luxene Inc.)                                               | 11 |
| d) PVS-H (Firma Polyapress)                                                    | 12 |
| e) Die Giessharztechnik                                                        | 13 |
| 1. Palacast (Firma Kulzer)                                                     | 14 |
| 2. Ivocast (Firma Ivoclar)                                                     | 14 |
| 3. duraflo-Porit (Firma Myerson)                                               | 15 |
| 4. Resilit normal (Firma Erkodent)                                             | 16 |
| 5. Resilit 100 (Firma Erkodent)                                                | 16 |
| 6. Resilit normal und Resilit 100 mit Retentionen im Gipsmodell                | 17 |
| III. Fertigstellung der Prothesenplatten (bei Zinnfolienisolierung)            | 18 |
| IV. Ausmessen der Modelle                                                      | 20 |
| V. Statistische Auswertung der Messergebnisse                                  | 49 |
| VI. Diskussion der Ergebnisse                                                  | 57 |
| VII. Zusammenfassung                                                           | 58 |
| Literaturverzeichnis                                                           | 60 |

## Einleitung : Einführung der Kunststoffe in die Zahnheilkunde

Eines der Kernprobleme der zahnärztlichen Prothetik war und ist noch immer die Suche nach einem idealen, in jeder Beziehung zufriedenstellenden Prothesenbasismaterial. Hierbei werden von den Zahnärzten wie auch von den Zahntechnikern bestimmte Forderungen an dieses Material gestellt. Die Zahnärzte fordern neben der Verträglichkeit für den Patienten eine gute Passgenauigkeit und Formbeständigkeit, während letztere grossen Wert auf eine einfache Verarbeitungsweise legen.

Bis in die 30er Jahre war der Kautschuk das vorherrschende Prothesenmaterial. Chemisch gesehen ist der Kautschuk, der aus dem Milchsafte (Latex) tropischer Bäume gewonnen wird, ein Polymerisat des Isoprens ( $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH} = \text{CH}_2$ ),

ein hochmolekularer Stoff 32. Das monomere Grundmolekül besitzt zwei Doppelbindungen. Hierdurch lassen sich die polymeren Isoprenketten durch Schwefel chemisch miteinander verbinden (Vulkanisation) 32.

Den Übergang vom Kautschuk zu den heute vorwiegend verwendeten Methacrylaten bildeten verschiedene Stoffe, die jedoch z. Z. für die zahnärztliche Prothetik keine Bedeutung mehr besitzen. So waren es einmal die auf Zelluloidbasis hergestellten Stoffe (Cellon, Cellit), ferner die Azetylzellulose-Präparate (Dentolith, Hekolith) und die Kondensationsprodukte, z. B. Walkerit.

Erst die Verbindungen auf der Basis der Methacrylate konnten als Prothesen-Werkstoffe in der Zahnheilkunde Verwendung finden.

Das noch heute am meisten verwendete Prothesenmaterial ist das von der Firma Kulzer auf Methacrylsäuremethylesterbasis hergestellte Paladon. Es ist ein Heisspolymerisat; seine besten Werte sind durch die "Wasserbad-Langzeitpolymerisation" [17] zu erzielen.

Auf dem Prinzip des Schmelz-Press-Verfahrens beruht die Verarbeitung des Kunststoffes Luxene 44. Hierbei handelt es sich um ein Copolymerisat aus mehreren Komponenten.

Aus den USA haben wir die Giessharztechnik übernommen. Der Kunststoff zeichnet sich hier besonders durch eine "giessbare Phase" nach dem Anmischen von Polymer und Monomer aus, weil das Anquellen des Kunststoffes sehr langsam vor sich geht. Die Giessharze nehmen eine Zwischenstellung zwischen den Kalt- und Heisspolymerisaten ein.

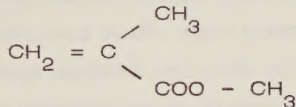
In den letzten Jahren wird auch immer mehr auf die Spritzgusstechnik aufmerksam gemacht. Höchste Passgenauigkeit und Adhäsion sollen hier für ein besseres Saugen der Prothese sorgen.

Hauptteil:

A. Chemie der Kunststoffe

Die Kunststoffe sind heute aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Auch in der Zahnheilkunde besitzen sie eine Vorrangstellung unter den Prothesenwerkstoffen. Hier haben überwiegend die Verbindungen auf der Basis der Methacrylate Verwendung gefunden.

Im Gegensatz zum früher angewandten "Trockenverfahren", bei dem bereits fertig polymerisiertes Pulver rein thermoplastisch verformt wurde, wendet man heute das "Nassverfahren" an. Hier werden die fertig polymerisierten Kunststoffpulver (Polymer) mit der monomeren Flüssigkeit angefeuchtet. Diese monomere Flüssigkeit ist der Methylester der Methacrylsäure.



Dieser leichtflüchtigen, farblosen Flüssigkeit muss ein Stabilisator zugesetzt sein, da der Methacrylsäuremethylester sonst schon bei Zimmertemperatur und durch die Einwirkung des Lichtes zu polymerisieren beginnt.

Beim Vermischen des Polymeren mit dem Monomeren wird das Pulver gelöst, und eine Quellung tritt ein. Nach etwa 10 - 15 Minuten ist die Masse verarbeitungsfähig.

Damit nach dem Stopfen in die Kuvette es auch zur Polymerisation kommen kann, ist dem Pulver ein Aktivator zugesetzt, um die Wirkung des Stabilisators in dem Monomeren aufzuheben. Durch Oxydation dieses Aktivators wirkt er dann selbst aktivierend.

Bei etwa 70 °C werden die Doppelbindungen gelöst, und es kann zur Kettenbildung kommen.

## B. Bisherige Untersuchungen über die Passgenauigkeit von Prothesenkunststoffen

Die wesentlichen Forderungen an alle Prothesenwerkstoffe sind noch immer die optimale Passgenauigkeit und Formtreue. Von diesen Eigenschaften hängt auch die Funktionstüchtigkeit einer Prothese entscheidend ab.

Immer wieder kommt es in der täglichen Praxis vor, dass eine Prothese trotz grösster Sorgfalt bei der Herstellung nicht richtig passt, drückt oder nicht den gewünschten Saug-effekt besitzt.

ANDERES [27] konnte feststellen, "dass die Kunststoffprothesen nicht bloss keine Formbeständigkeit haben, sondern dass sie, sofort nachdem sie aus der Kuvette kommen, nicht mehr passen und bei weitem nicht mehr ein getreues Negativ des Abdruckes sind". Auch MARX [16] sagt, dass die absolute Passgenauigkeit, d.h. die konkruierte Übereinstimmung der kieferseitigen Prothesenbasis mit dem Kiefer äusserst problematisch und letztlich nicht 100 %ig möglich ist. Er führt dies u.a. auch auf die Chemie des Polymethacrylsäuremethylesters zurück.

Worauf ist nun der schlechte Sitz oder das Klemmen der Prothese zurückzuführen? Das Material erleidet während der Polymerisation eine Volumenverminderung, es schrumpft. SCHRÖDER [26] kam durch seine Untersuchungen zu der Feststellung, dass die Prothesenbasen nur dann auf dem Modell, auf dem sie polymerisiert sind, klemmen, wenn die Polymerisation unter Wärmezufuhr erfolgte. Hierbei spielten die Polymerisationsart wie auch die Konstruktion der verwendeten Kuvette keine Rolle. Die Passform habe mit der Polymerisationsschrumpfung nichts zu tun. "Das Klemmen der heiss polymerisierten Prothesenbasen auf dem Modell

ist eine reine Folge der thermischen Kontraktion während der Abkühlung von  $100^{\circ}\text{C}$  auf Raumtemperatur, gleichgültig, ob letztere schnell oder langsam vor sich geht".

MARX [17] und auch MAYER [19] vertreten die Ansicht, dass neben der thermisch bedingten Schrumpfung auch die Polymerisationsschrumpfung eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Von ausschlaggebender Bedeutung jedoch ist der unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizient von Gips und Kunststoff.

Vergleichen wir einmal die Heisspolymerisate mit den Kaltpolymerisaten, bei denen die Polymerisation ohne jegliche Wärmezufuhr vonstatten geht, so können wir an Hand von Untersuchungen verschiedener Autoren feststellen, dass die Autopolymerisate den Heisspolymerisaten bezüglich Passgenauigkeit überlegen sind. Nach SCHRÖDER [26] finden hierbei weder eine thermische Expansion noch Kontraktion statt. Bei den Autopolymerisaten wird die auftretende Wärmeentwicklung bei der Polymerisation durch den Gips gleichmässig nach aussen abgeleitet und führt daher nicht zu einer unterschiedlichen thermischen Expansion zwischen Gips und Kunststoff. Somit sind die besseren Ergebnisse bei den Autopolymerisaten durchaus verständlich.

Für die Funktionstüchtigkeit einer Prothese ist aber nicht nur die Passgenauigkeit im Moment der Eingliederung entscheidend, vielmehr stellt sich zwangsläufig die Frage, ob sich die Form der Prothesenbasis während der Verweildauer im Munde des Patienten noch ändert. Gar zu oft tritt der Fall ein, dass eine anfangs gut sitzende Prothese nach einer gewissen Zeit nicht mehr passt, sie saugt nicht mehr. Die Ursache hierfür liegt in der durch Wasseraufnahme bedingten

Quellung der Kunststoffe. Unter Quellung hochpolymerer Stoffe versteht man ja bekanntlich die Gewichts- und Volumenzunahme der betreffenden Stoffe, hervorgerufen durch die Aufnahme von Flüssigkeiten.

In den Versuchen von JANKE [12] fiel die Gewichtsänderung grösser aus als die Volumenänderung. JANKE folgerte daraus, dass "im homogenen Kunststoff Raum vorhanden sein muss, der von Wasserteilchen eingenommen werden kann, ohne dass die Ketten auseinandergedrängt werden".

Für die Menge des aufgenommenen Wassers scheint auch die Art der Isolierung von Bedeutung zu sein. Ein Kunststoff, der bei der Polymerisation Wasser aufnehmen kann und anschliessend ausgetrocknet ist, nimmt im feuchten Milieu weitaus mehr Flüssigkeit auf als derjenige, der bei der Polymerisation kein oder nur wenig Wasser aufnehmen konnte.

### C. Eigene Untersuchungen

Seitdem die Methacrylate auch in der zahnärztlichen Prothetik Verwendung finden, werden immer wieder neue Kunststoffe auf der Basis der Methacrylate entwickelt, um anstehende Probleme zahntechnischer Art zu lösen oder zumindest einer Lösung näher zu bringen. Wie sich aber in diesem Zusammenhang die Passgenauigkeit und die Formtreue bei diesen Materialien verhalten, das soll Gegenstand dieser Untersuchungen sein.

Ein Mass für die Passgenauigkeit einer Prothese ist der dorsale Randspalt, der nach jeder Polymerisation in mehr oder weniger grossem Ausmass zwischen Kunststoffbasis und Gipsmodell vorhanden ist. Diese Spaltgrössen sollen auch in den nachstehenden Untersuchungen bei den einzelnen Kunststoffen miteinander verglichen werden.

#### I. Modellherstellung

Als Ausgangsmodell dient ein Oberkiefermodell aus Messing, das keine untersichgehenden Stellen hat. Von diesem wird ein Doppelabdruck (Optosil-Xantopren) genommen und anschliessend mit Hartgips (Blaugips) bei immer konstantem Mischungsverhältnis (Gips : Wasser) ausgegossen. Eine 100 %ige Genauigkeit bei den einzelnen Gipsmodellen ist nicht unbedingt erforderlich, da bei der Messung der einzelnen Prothesenplatten dasselbe Modell verwendet wird wie auch bei der Herstellung und Polymerisation. Deshalb ist es auch wichtig, daß das Modell keine untersichgehenden Stellen hat, um ein einfaches und sicheres Ausbetten zu gewährleisten. Lediglich bei den Kunststoffen **Luxene 44** und **P V S - H** ist eine spezielle Gipsart zur Herstellung der Modelle erforderlich.

## II. Fertigstellung der Prothesenplatten (bei normaler Isolierung)

Für die Untersuchungen wurden zwei Formen von Prothesenplatten gewählt, einmal eine über das gesamte Kiefertegument zwei wachsplattenstarke Basisplatte, zum zweiten zusätzlich noch einen etwa 3 mm hohen und etwa 6 mm breiten Wall über die Kieferkammitte, der etwa der Kunststoffmenge bei einer oberen Prothese entspricht. Dieser Unterschied wurde gewählt, um feststellen zu können, ob die Menge des Kunststoffes für die Passgenauigkeit von ausschlaggebender Bedeutung ist.

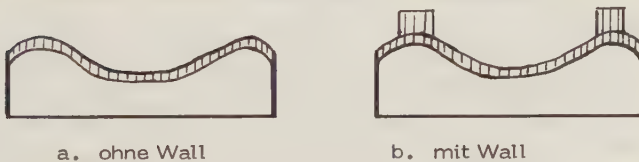


Abb. 1 : Querschnitt der beiden Modelle

Von beiden Arten werden je drei Platten, von jedem Kunststoff also sechs Platten hergestellt, insgesamt 66.

### a) Paladon 65 (Firma Kulzer)

Paladon 65 ist ein Methacrylsäureester-Copolymerisat auf Pulver- und Flüssigkeitsbasis.

Die fertig ausmodellerte Wachsprothese wird in eine Mischung aus Hart- und Alabastergips eingebettet. Nach dem Ausbrühen wird der noch warme Gips mit Alginat-Isoliermittel isoliert.

Im Verhältnis 3,5 Volumenteile Pulver zu einem Volumenteil Flüssigkeit wird Pulver zu der vorgelegten Flüssigkeit gegeben

und angemischt. Nach etwa 10 Minuten kann mit dem Stopfen begonnen werden. Der Teig wird im Überschuss in die Küvette eingelegt. Die gestopfte Küvette kommt 10 Minuten lang unter einen Druck von 2,5 atü. Die Langzeitpolymerisation im Wasserbad ist nach Untersuchungen vieler Autoren vorzuziehen. Die Küvette wird im kalten, höchstens handwarmen Wasser aufgesetzt. Das Wasser ist langsam auf 70  C zu erwärmen und 30 Minuten lang auf dieser Temperatur zu halten. Die anschliessende Kochzeit beträgt ebenfalls eine halbe Stunde. Nach Abkühlung bis auf Zimmertemperatur kann ausgebettet werden.

b) Palapress (Firma Kulzer)

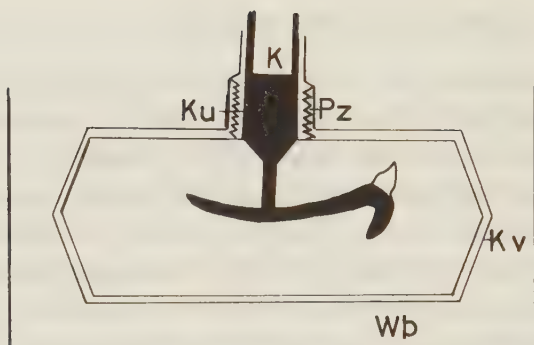
Palapress ist ein auf Methacrylsäuremethylester-Basis aufgebauter Kunststoff, der wie Paladon 65 auch im chemoplastischen Verfahren verarbeitet wird. Er gehört zu den "selbsthärtenden" Kunststoffen, auch Autopolymerisate genannt. Die Einbettung erfolgt wie beim Paladon 65. Nach dem Ausbrühen wird mit einem speziellen Isoliermittel isoliert.

Pulver (Polymeres) und Flüssigkeit (Monomeres) werden im Verhältnis 10 : 4 gemischt und gut durchgespatelt. Nach ca. 5 Minuten Quellzeit kann mit dem Stopfen begonnen werden. Im  berschuss wird der Teig in die Hohlform eingelegt. Nach dem Schliessen der Küvettenhälften wird die Küvette unter die Presse gestellt und der Druck langsam bis auf 2,5 at  erhöht. Nach etwa 20 Minuten kann mit dem Ausbetten begonnen werden.

c) Luxene 44 (Firma Luxene Inc.)

Der Kunststoff L u x e n e 4 4 ist ein Misch- oder Copolymerisat aus den Komponenten Vinylchlorid, Vinylacetat und Methacrylsäuremethylester [18]. Wir erhalten den vorpolymerisierten Kunststoff vom Hersteller in einer gelartigen Konsistenz in kleinen Täfelchen ("units"). Diese werden im Schmelz-Press-Verfahren weiter verarbeitet. Hierzu wird das Modell mit der fertig ausmodellierten Prothese in einer Spezialküvette in Gips, der mit einer NFC- (no foil chemical) Lösung angerührt wird, eingebettet. Diese NFC-Lösung, die auch schon zur Herstellung der Modelle verwendet wurde, soll den Dampfdruck des Wassers herabsetzen. Nach dem Ausbrühen werden alle Gipsstellen, die später mit dem Kunststoff in Berührung kommen, mit einem NFC-Separator, ein Alginat, das mit Wasser vermischt ist, isoliert. Anschliessend werden beide Küvettenhälften 30 Minuten lang infrarot bestrahlt, um auch dem Isoliermittel das Wasser zu entziehen.

In die noch heisse Küvette werden etwa 2/3 des Kunststoffes eingelegt, die Küvettenhälften anschliessend fest verschliessen, um eine Pressfahne zu vermeiden. Der notwendige Rest wird, nachdem Küvette und Presszylinder in ein heisses Wasserbad gestellt sind, aus dem Presszylinder mit Hilfe eines Stempels, der mit einem Druckzylinder verbunden ist, nachgepresst. Polymerisiert wird 75 Minuten lang bei 97° C und 5 atü.



Kv = Küvette

Pz = Presszylinder

Ku = Kunststoff

K = Kolben

Wb = Wasserbad

Abb. 2 : Schematische Darstellung des Schmelz-Press-Verfahrens (nach MARXKORS und THOMAS /18/)

d) PVS-H (Firma Polyapress)

Der Prothesenkunststoff P V S - H ist ein spritzbares modifiziertes Methacrylat, das als Granulat in Kartuschen mit 20,24 und 30 g geliefert wird. Er wird auf thermoplastischem Verfahren weiterverarbeitet. Sowohl zur Herstellung des Modells als auch zur Einbettung ist ein besonders harter Gips erforderlich, Wipo-Granit. Das Mischungsverhältnis ist dabei genau einzuhalten.

Nach dem Anbringen von Gusskanälen an die fertig ausmodellierte Prothese kann sie in die speziell für die Spritzgusstechnik entwickelte Küvette eingebettet werden. Zur Isolation des noch handwarmen Gipses wird eine dünne Schicht Poly-

press-Isoliermittel aufgetragen.

Die Vorwärmezeit bei  $250^{\circ}\text{C}$  für den Kunststoff beträgt 15 Minuten. Die geschlossene Kuvette wird mit dem Kuvetten-spanner in die Polyapress-Spritzmaschine festgesetzt. Nach der Vorwärmezeit kann mit einem Druck von 10,2 atü gegossen werden. Die Zeit für den Nachdruck beträgt 45 Sekunden. Ausgebettet wird aus der noch handwarmen Kuvette.

#### e) Die Giessharztechnik

Die Giessharztechnik haben wir aus den USA übernommen. Als besondere Vorteile werden der Wegfall des beim herkömmlichen Verfahren zum Einbetten benötigten Gipses, eine verminderte Bruchgefahr beim Ausbetten und das geringe Ausmass der Nachbearbeitung herausgestellt. Ein weiterer Vorteil wird darin gesehen, dass kaum Materialschrumpfung eintritt, da die Polymerisation nicht durch hohe Temperaturen erfolgt.

Die fertig ausmodellerte Wachsprothese wird mit dem Gipsmodell in eine Spezialkuvette gestellt, die dann mit einer Doubliermasse auf Hydrocolloidbasis ausgegossen wird. Nach dem Erstarren der Einbettmasse kann man das Gipsmodell mit der Wachsprothese aus der Kuvette herausnehmen und Einguss- und Entlüftungskanal bohren. Für den Eingusskanal ist ein Durchmesser von 10 mm erforderlich, der Entlüftungskanal, der für eine blasenfreie Prothese sorgen soll, hat einen Durchmesser von 7 mm. Beide Kanäle werden an der höchsten Stelle der Prothese angebracht.

Nachdem das Gipsmodell und auch die Zähne von Wachs gesäubert sind, werden beide in die Doubliermasse reponiert. Um einen exakten Sitz des Gipsmodells in der Einbettmasse

zu erreichen, muss dieses einen etwa drei bis fünf Millimeter breiten Rand aufweisen. Nach dem Schliessen der Küvette kann mit dem Ausgiessen begonnen werden. Zum Polymerisieren dient ein Drucktopf, bei dem Druck und auch Temperatur einstellbar sind.

#### 1. Palacast (Firma Kulzer)

Zum Isolieren des Gipsmodells wird bei Palacast von der Firma die "Kulzer Kombination aus Isolier- und Aktivator-Flüssigkeit" gefordert. Nach dem Ausbrühen des Wachses wird die rote Isolierflüssigkeit aufgetragen und unmittelbar danach reichlich mit Aktivatorflüssigkeit nachgestrichen. Zwischen Aktivatoranstrich und Eingiessen des Kunststoffes sollen nicht mehr als 10 Minuten vergehen, und das Modell soll noch handwarm sein.

Das Mischungsverhältnis Pulver : Flüssigkeit beträgt 10 : 7. Nach gründlichem Mischen wird in dünnem Strahl in die Form gegossen, bis der Kunststoff am Entlüftungskanal austritt. Nach 15 Minuten werden die mit Palacast gefüllten Küvetten in ein Druckgefäß gestellt, so daß sie fast bis zur Einfüllöffnung in 40 - 45°C warmen Wasser stehen. Polymerisiert wird bei 2 - 3 atü 45 Minuten lang.

#### 2. Ivocast (Firma Ivoclar)

Ivocast ist ein giessfähiges kaltpolymerisierendes Prothesenmaterial auf Akrylat-Basis. Es kann nur mit dem dafür vorgesehenen Spezialmonomer (blaue Färbung) verarbeitet werden.

Die Vorbereitung der Küvette erfolgt in der Weise, wie sie für die Anwendung von giessfähigen Prothesenmaterialien üblich ist.

Drei Volumenteile Pulver werden in 1,1 Volumenteile Flüssigkeit gegeben und 15 – 20 Sekunden angerührt. Nach dem Anrühren wird der fließfähige Brei vorsichtig aus dem Anrührgefäß in ein zweites Gefäß gegossen. Dieser Vorgang soll während einer Minute wiederholt werden. Es ist dabei auf einen dünnen und kontinuierlichen Strahl Wert zu legen, um die Bildung von Luftblasen zu vermeiden.

Sofort nach dem Hin- und Hergiessen wird das Material in die Küvette eingefüllt, bis der Kunststoff am Entlüftungskanal austritt. Polymerisiert wird im Drucktopf mit Wasser von  $45^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ), wobei der Wasserspiegel die halbe Höhe der Küvette nicht übersteigen soll, da unter keinen Umständen Wasser in die Küvette oder an die Endpunkte der Kanäle gelangen darf, was sonst zu einer Schädigung des Kunststoffes führen würde. Die Polymerisationszeit beträgt 30 Minuten.

### 3. duraflow-Porit (Firma Myerson)

Ein weiterer giessfähiger Kunststoff auf Akrylatbasis ist **duraflow-Porit**. Nach den gleichen Vorbereitungen wie bei den anderen Giessharzen wird das noch handwarme Gipsmodell mit einer dünnen und gleichmässigen Schicht Isoliermittel bestrichen. Das trockene und handwarme Modell kann dann in die Küvette zurückgesetzt werden.

Pulver und Flüssigkeit werden in den von der Firma mitgelieferten Messbechern abgemessen und anschliessend in einem Mischgefäß 10 Sekunden lang durchgespatelt. Unverzüglich kann nun mit dem langsamen Eingiessen des Materials in den Eingusskanal begonnen werden. Das Eingiessen selbst sollte nicht mehr als eine Minute in Anspruch nehmen. Etwa

3 - 5 Minuten bleibt die Küvette stehen, wird dann in einen Drucktopf gestellt, der 2 1/2 cm hoch mit Wasser gefüllt ist. Bei einer Temperatur von 45 ° C und einem Druck von 1,4 atü wird dann 30 Minuten lang polymerisiert.

#### 4. Resilit normal (Firma Erkodent)

Resilit normal ist ein auf kaltpolymerisierender Basis aufgebautes Akrylat. Bis zum Ausbrühen des Modells wird nach den gleichen Vorschriften verfahren wie bei allen anderen Giessharzen.

Das heisse Modell wird mit Isolac, einem Isoliermittel der gleichen Firma, isoliert. Im Mischungsverhältnis 5 Volumenteile Pulver und 2 Volumenteile Monomer wird angerührt und etwa 10 Sekunden durchgemischt. Das anschließende Eingiessen muß kontinuierlich in einem dünnen Strahl erfolgen.

Polymerisiert wird im Drucktopf 30 Minuten lang bei 4 atü und 45 ° C.

#### 5. Resilit 100 (Firma Erkodent)

Bei dem auf heisspolymerisierender Basis aufgebautem Kunststoff Resilit 100 können die üblichen Doubliermassen auf Hydrocolloidbasis nicht mehr verwendet werden, denn bei der hohen Polymerisationstemperatur würden sie wieder verflüssigen. Deshalb empfiehlt die Firma Erkodent, bei der Herstellung der Prothesen aus diesem Kunststoff die kalt gelierende Doubliermasse Coldgel zu verwenden. Geliefert wird diese Masse in Pulverform mit den dazugehörigen Flüssigkeiten "A" und "B".

R e s i l i t 1 0 0 wird im gleichen Mischungsverhältnis wie auch R e s i l i t n o r m a l angerührt.

Die ausgegossene Kuvette wird in den Drucktopf gestellt und ganz mit Wasser bedeckt. Polymerisiert wird bei  $100^{\circ}\text{C}$  und 4 atü über 60 Minuten.

6. Resilit normal und Resilit 100  
mit Retentionen im Gipsmodell

Ein wesentliches Problem der Kunststofftechnik ist die Schrumpfung des Kunststoffes während seiner Polymerisation. Dieser Nachteil macht sich insbesondere an der A-Linie der oberen totalen Prothesen bemerkbar. Nach Angaben der Firma liegt die Grösse der Schrumpfung bei R e s i l i t n o r m a l etwa bei den Werten, die bei Heisspolymerisaten nach konventioneller Technik (Presstechnik) erreicht werden. Da die Polymerisationstemperatur bei R e s i l i t 1 0 0 jedoch bedeutend höher liegt, ist hier auch die Schrumpfung beträchtlich grösser. Deshalb empfiehlt die Firma nach folgenden Richtlinien vorzugehen :

1. Die A-Linie etwas kräftiger einzuradiieren.
2. Entlang der Gaumennaht je 3 Löcher im Durchmesser von etwa 2 mm und etwa 10 mm tief senkrecht in das Gipsmodell zu bohren.

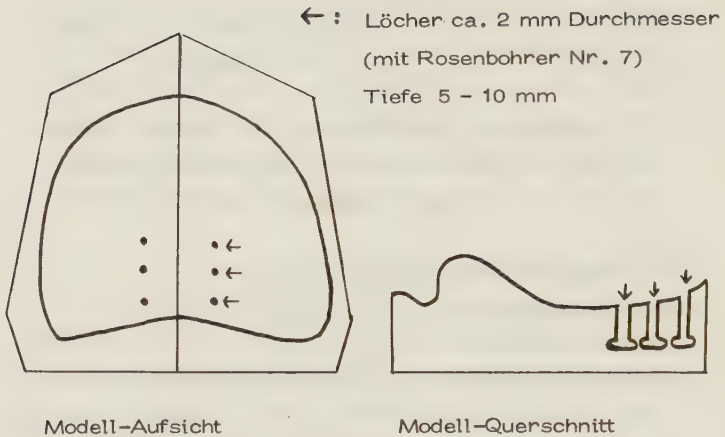


Abb. 3 : Darstellung der Modelle mit den Retentionslöchern

Das Ende der Bohrlöcher wird durch ringförmiges Ausweiten untersichgehend gestaltet.

Auf diesen zweiten Hinweis soll bei diesen Untersuchungen bei Resilit normal und Resilit 100 näher eingegangen werden. Um die Prothesenplatte nach der Polymerisation wieder genau auf das Gipsmodell aufsetzen zu können, werden die Kunststoffstäbchen im Gips umbohrt und, wenn die Prothesenplatte vom Gipsmodell abgehoben ist, abgebrochen.

### III. Fertigstellung der Prothesenplatten (bei Zinnfolienisolierung)

Dass die Art der Isolierung für die Menge des aufgenommenen Wassers eine Rolle spielt, wurde oben schon erwähnt. JANKE [12] ist schon auf dieses Problem ganz besonders eingegangen. "Man erkennt, dass derjenige, der während der Polymerisation weniger Wasser aufgenommen hat

(infolge von Zinnfolieninsolierung), während der Austrocknung auch weniger an Gewicht und Volumen einbüsste, dass er aber während der Wässerungsphase sein Volumen und Gewicht weit über seine Anfangswerte erhöht. Dagegen verlor der Prüfkörper, der während der Polymerisation den grössten Wasserschaden erlitt (infolge von Kisolierung bei Langzeitpolymerisation im  $H_2O$ -bad), während der Austrocknung viel mehr an Gewicht und Volumen, um aber bei der Wässerung die ursprünglichen Werte nur wenig zu überschreiten."

Welche Wirkung hat nun aber die gleichzeitige Anwendung von zweierlei Isoliermitteln? MARX 157, wobei er sich auf FAIRHURST und RYGE stützt, hat dieses näher untersucht. Er stellte fest, dass bei unterschiedlicher Isolation auch Strukturdifferenzen im Kunststoff vorhanden sind. Infolge dieser Strukturdifferenzen zeigte der Kunststoff auch ein unterschiedliches Quellungsvermögen, was sich natürlich auch auf das Formverhalten auswirkte. So zeigte in seinen Versuchen eine nach einem völlig planen Modell hergestellte Kunststoffplatte nach der Polymerisation eine beachtliche Krümmung, deren konvexer Bogen auf der Seite der Zinnfolieninsolierung lag. Er glaubte, dass sich auch bei der Oberkieferprothese die einseitige Zinnfolieninsolierung vorteilhaft auswirken kann, wenn nämlich der Gaumenseite des Modells bis zum Scheitel der Kieferkämme Zinnfolie aufrotiert wird. Dadurch liesse sich zwar das Auftreten des dorsalen Randspaltes nicht verhindern, jedoch verringern.

Diese Erscheinung soll an dem Heisspolymerisat P a l a -  
d o n 65 , an dem Kaltpolymerisat P a l a p r e s s

und an dem Giesskunststoff P a l a c a s t näher untersucht werden.

Hierzu wird nach den allgemeinen Verarbeitungsvorschriften, wie sie auch im ersten Teil dieser Untersuchungen beschrieben sind, gearbeitet. Lediglich der Gaumenseite des Modells wird eine 0,03 mm starke Zinnfolie aufrotiert, die möglichst galtt dem Modell anliegen soll. Die Zinnfolie endet auf beiden Seiten am Scheitel der Kieferkämme, um die grösste Auswirkung auf die Mitte des Gaumens zu lenken.

#### IV. Ausmessen der Modelle

Sehr gute Hinweise auf Quellung oder Schrumpfung der Kunststoffe, d.h. auf die Passgenauigkeit und Formtreue, gibt die Grösse des dorsalen Randspaltes bei Oberkieferprothesen.

Nach dem Ausbetten werden die Gipsmodelle so weit beschliffen, bis Kunststoffplatte und Gipsmodell an der "A-Linie" einen geraden Abschluss bilden. Beide erhalten die gleiche Beschriftung, um ein späteres Vertauschen zu verhindern. Gemessen wird die Spaltgrösse an der auf jedem Modell markierten "Raphe-Median-Linie" mit dem Werkzeugmessmikroskop 50/25 von der Firma Zeiss, das eine Messung bis 1/100 mm erlaubt.

Die erste Messung wird unmittelbar nach dem Ausbetten der Modelle durchgeführt. Nach einer 24-stündigen Lagerung bei Raumtemperatur erfolgt die zweite Messung. Hier soll überprüft werden, wie gross die Schrumpfung des Kunststoffes infolge der Nachpolymerisation und Austrocknung ist. Die Quellung durch Aufnahme von Flüssigkeiten

wird bei einer Lagerung in Wasser bei Zimmertemperatur über sechs Wochen jede Woche überprüft und in der jeweiligen Tabelle festgehalten.

In den Abbildungen 4 – 15 wird das Verhalten der Kunststoffe graphisch dargestellt.

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |       | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 |       | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|-------|------|------|------|---------------------|-------|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,29 | 0,28 | 0,29 | 0,287               | 0,287 | 0,28 | 0,25 | 0,28 | 0,270               | 0,270 | 0,278               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,34 | 0,33 | 0,31 | 0,327               | 0,327 | 0,33 | 0,30 | 0,33 | 0,320               | 0,320 | 0,323               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,29 | 0,27 | 0,29 | 0,283               | 0,283 | 0,29 | 0,25 | 0,28 | 0,273               | 0,273 | 0,278               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,28 | 0,26 | 0,28 | 0,273               | 0,273 | 0,27 | 0,24 | 0,27 | 0,260               | 0,260 | 0,270               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,27 | 0,25 | 0,27 | 0,263               | 0,263 | 0,26 | 0,24 | 0,27 | 0,257               | 0,257 | 0,260               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,253               | 0,253 | 0,26 | 0,24 | 0,26 | 0,253               | 0,253 | 0,253               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,247               | 0,247 | 0,25 | 0,24 | 0,26 | 0,250               | 0,250 | 0,248               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,247               | 0,247 | 0,25 | 0,24 | 0,26 | 0,250               | 0,250 | 0,248               |

Tab. 1: Paladon 65 (Firma Kulzer)

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |       | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 |  | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|-------|------|------|------|---------------------|--|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,18 | 0,12 | 0,14 | 0,14                | 0,147 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,163               |  | 0,155               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,31 | 0,29 | 0,29 | 0,29                | 0,297 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,303               |  | 0,300               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,18 | 0,16 | 0,18 | 0,18                | 0,173 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,187               |  | 0,180               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,16 | 0,12 | 0,14 | 0,14                | 0,140 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,160               |  | 0,150               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,15 | 0,11 | 0,13 | 0,13                | 0,130 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,150               |  | 0,140               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,14 | 0,09 | 0,11 | 0,113               |       | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,137               |  | 0,125               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,14 | 0,09 | 0,11 | 0,113               |       | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,127               |  | 0,120               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,13 | 0,09 | 0,11 | 0,110               |       | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,117               |  | 0,114               |

Tab. 2: Palapress

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |  | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 |  | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|--|------|------|------|---------------------|--|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,31 | 0,34 | 0,33 | 0,327               |  | 0,34 | 0,30 | 0,31 | 0,317               |  | 0,322               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,35 | 0,38 | 0,38 | 0,370               |  | 0,39 | 0,33 | 0,32 | 0,347               |  | 0,360               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,33 | 0,37 | 0,36 | 0,353               |  | 0,37 | 0,32 | 0,30 | 0,330               |  | 0,342               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,33 | 0,37 | 0,36 | 0,353               |  | 0,37 | 0,32 | 0,30 | 0,330               |  | 0,342               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,33 | 0,36 | 0,35 | 0,347               |  | 0,36 | 0,32 | 0,29 | 0,323               |  | 0,335               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,32 | 0,35 | 0,35 | 0,340               |  | 0,35 | 0,32 | 0,29 | 0,320               |  | 0,330               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,32 | 0,35 | 0,35 | 0,340               |  | 0,35 | 0,32 | 0,29 | 0,320               |  | 0,330               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,31 | 0,34 | 0,34 | 0,330               |  | 0,35 | 0,31 | 0,29 | 0,317               |  | 0,323               |

Tab. 3: Luxene 44

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert |  | 4    | 5    | 6    | Mittelwert |  | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|------------|--|------|------|------|------------|--|---------------------|
|                                          |      |      |      | 1 - 3      |  |      |      |      | 4 - 6      |  |                     |
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,26 | 0,27 | 0,26 | 0,263      |  | 0,25 | 0,24 | 0,25 | 0,247      |  | 0,255               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,28 | 0,29 | 0,27 | 0,280      |  | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,263      |  | 0,272               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,26 | 0,28 | 0,26 | 0,267      |  | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,250      |  | 0,258               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,26 | 0,27 | 0,25 | 0,260      |  | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,247      |  | 0,253               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 0,253      |  | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,243      |  | 0,250               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,247      |  | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,237      |  | 0,242               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,237      |  | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,233      |  | 0,235               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,23 | 0,24 | 0,23 | 0,233      |  | 0,23 | 0,22 | 0,23 | 0,227      |  | 0,230               |

Tab. 4: PVS-H

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                                  | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |       | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 | Mittelwert<br>1 - 6 |
|---------------------------------------------|------|------|------|---------------------|-------|------|------|------|---------------------|---------------------|
| Werte direkt nach<br>dem Ausbetten          | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,25                | 0,247 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,243               | 0,245               |
| Werte nach 24 Stunden<br>(trocken gelagert) | 0,30 | 0,31 | 0,30 | 0,30                | 0,303 | 0,29 | 0,30 | 0,32 | 0,303               | 0,303               |
| Werte nach 1 Woche<br>(nass gelagert)       | 0,24 | 0,25 | 0,24 | 0,24                | 0,243 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,247               | 0,245               |
| Werte nach 2 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,22                | 0,227 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,230               | 0,229               |
| Werte nach 3 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,22 | 0,22 | 0,21 | 0,21                | 0,217 | 0,20 | 0,21 | 0,24 | 0,217               | 0,217               |
| Werte nach 4 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,21 | 0,21 | 0,20 | 0,20                | 0,207 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,200               | 0,203               |
| Werte nach 5 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,19                | 0,193 | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,187               | 0,190               |
| Werte nach 6 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,19                | 0,187 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,177               | 0,182               |

Tab. 5: Palacast

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |       | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 |       | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|-------|------|------|------|---------------------|-------|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,26 | 0,24 | 0,24 | 0,24                | 0,247 | 0,26 | 0,21 | 0,22 | 0,230               | 0,239 |                     |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,31 | 0,30 | 0,28 | 0,28                | 0,297 | 0,32 | 0,25 | 0,28 | 0,283               | 0,290 |                     |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,25 | 0,25 | 0,23 | 0,23                | 0,243 | 0,25 | 0,22 | 0,23 | 0,233               | 0,239 |                     |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,24 | 0,24 | 0,22 | 0,22                | 0,233 | 0,23 | 0,22 | 0,22 | 0,223               | 0,228 |                     |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,22                | 0,230 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,220               | 0,225 |                     |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,21                | 0,220 | 0,23 | 0,21 | 0,21 | 0,217               | 0,218 |                     |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,21                | 0,220 | 0,23 | 0,20 | 0,21 | 0,213               | 0,217 |                     |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,22 | 0,22 | 0,21 | 0,21                | 0,217 | 0,22 | 0,20 | 0,21 | 0,210               | 0,213 |                     |

Tab. 6: Ivocast

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |  | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 |  | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|--|------|------|------|---------------------|--|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,34 | 0,29 | 0,30 | 0,310               |  | 0,34 | 0,33 | 0,34 | 0,337               |  | 0,323               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,37 | 0,33 | 0,34 | 0,347               |  | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,373               |  | 0,360               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,33 | 0,28 | 0,28 | 0,297               |  | 0,32 | 0,32 | 0,30 | 0,313               |  | 0,305               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,28 | 0,26 | 0,26 | 0,267               |  | 0,27 | 0,28 | 0,26 | 0,270               |  | 0,268               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,253               |  | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,257               |  | 0,255               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,240               |  | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,243               |  | 0,242               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,233               |  | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,237               |  | 0,235               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,227               |  | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,230               |  | 0,228               |

Tab. 7: duraflo-W-Porit

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert |  | 4    | 5    | 6    | Mittelwert |  | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|------------|--|------|------|------|------------|--|---------------------|
|                                          |      |      |      | 1 - 3      |  |      |      |      | 4 - 6      |  |                     |
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,37 | 0,35 | 0,36 | 0,360      |  | 0,36 | 0,38 | 0,36 | 0,367      |  | 0,363               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,41 | 0,39 | 0,41 | 0,403      |  | 0,40 | 0,43 | 0,40 | 0,410      |  | 0,423               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,373      |  | 0,37 | 0,40 | 0,37 | 0,380      |  | 0,377               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,36 | 0,35 | 0,36 | 0,357      |  | 0,36 | 0,38 | 0,36 | 0,367      |  | 0,362               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,343      |  | 0,35 | 0,36 | 0,35 | 0,353      |  | 0,348               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,333      |  | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,337      |  | 0,335               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,323      |  | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,327      |  | 0,325               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,32 | 0,31 | 0,32 | 0,317      |  | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,320      |  | 0,318               |

1  
2  
9  
1

Tab. 8: Resilit normal

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |      | 4    | 5    | 6     | Mittelwert<br>4 - 6 | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------|---------------------|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,46 | 0,48 | 0,48 | 0,473               | 0,48 | 0,47 | 0,49 | 0,480 | 0,477               |                     |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,527               | 0,53 | 0,52 | 0,54 | 0,530 | 0,528               |                     |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,48 | 0,50 | 0,51 | 0,497               | 0,50 | 0,49 | 0,51 | 0,500 | 0,498               |                     |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,46 | 0,49 | 0,49 | 0,480               | 0,49 | 0,48 | 0,49 | 0,487 | 0,483               |                     |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,45 | 0,47 | 0,48 | 0,467               | 0,48 | 0,47 | 0,48 | 0,477 | 0,472               |                     |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,45 | 0,46 | 0,47 | 0,460               | 0,47 | 0,46 | 0,47 | 0,467 | 0,463               |                     |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,450               | 0,46 | 0,45 | 0,47 | 0,460 | 0,455               |                     |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,43 | 0,45 | 0,46 | 0,447               | 0,45 | 0,45 | 0,46 | 0,453 | 0,450               |                     |

Tab. 9: Restilit 100

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |       | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 |       | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|-------|------|------|------|---------------------|-------|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,24 | 0,27 | 0,27 | 0,260               | 0,260 | 0,26 | 0,26 | 0,27 | 0,263               | 0,263 | 0,262               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,28 | 0,31 | 0,30 | 0,297               | 0,297 | 0,30 | 0,29 | 0,31 | 0,300               | 0,300 | 0,298               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,260               | 0,260 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,267               | 0,267 | 0,263               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,247               | 0,247 | 0,26 | 0,25 | 0,26 | 0,257               | 0,257 | 0,252               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,23 | 0,25 | 0,24 | 0,240               | 0,240 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,247               | 0,247 | 0,243               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,237               | 0,237 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,243               | 0,243 | 0,240               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,22 | 0,24 | 0,24 | 0,233               | 0,233 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,237               | 0,237 | 0,235               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,22 | 0,24 | 0,23 | 0,230               | 0,230 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,233               | 0,233 | 0,232               |

Tab. 10: Resilit normal (mit Retentionen)

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert |      | 4    | 5    | 6    | Mittelwert<br>4 - 6 | Mittelwert<br>1 - 6 |
|------------------------------------------|------|------|------|------------|------|------|------|------|---------------------|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,36 | 0,39 | 0,38 | 0,377      | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,37 | 0,383               | 0,380               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,41 | 0,44 | 0,44 | 0,430      | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,41 | 0,433               | 0,432               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,38 | 0,41 | 0,41 | 0,400      | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,38 | 0,403               | 0,402               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,36 | 0,40 | 0,39 | 0,383      | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,37 | 0,390               | 0,387               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,35 | 0,39 | 0,38 | 0,373      | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,36 | 0,380               | 0,377               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,35 | 0,38 | 0,37 | 0,367      | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,36 | 0,373               | 0,370               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,34 | 0,38 | 0,37 | 0,363      | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,35 | 0,367               | 0,365               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,34 | 0,37 | 0,37 | 0,360      | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,35 | 0,363               | 0,362               |

1  
3  
1

Tab. 11: Resilit 100 (mit Retentionen)

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(Modelle 1 - 3 : ohne Wall, Modelle 4 - 6 : mit Wall)

| Modell-Nr.                                  | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |
|---------------------------------------------|------|------|------|---------------------|
| Werte direkt nach<br>dem Ausbetten          | 0,29 | 0,29 | 0,31 | 0,297               |
| Werte nach 24 Stunden<br>(trocken gelagert) | 0,33 | 0,34 | 0,36 | 0,343               |
| Werte nach 1 Woche<br>(nass gelagert)       | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,287               |
| Werte nach 2 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,26 | 0,27 | 0,27 | 0,267               |
| Werte nach 3 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,247               |
| Werte nach 4 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,233               |
| Werte nach 5 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,23 | 0,22 | 0,23 | 0,227               |
| Werte nach 6 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,213               |

Tab. 12: Paladon 65 (bei Zinnfolienisolierung)

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(alle Modelle ohne Wall)

| Modell-Nr.                                  | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |
|---------------------------------------------|------|------|------|---------------------|
| Werte direkt nach<br>dem Ausbetten          | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,227               |
| Werte nach 24 Stunden<br>(trocken gelagert) | 0,25 | 0,27 | 0,27 | 0,263               |
| Werte nach 1 Woche<br>(nass gelagert)       | 0,19 | 0,21 | 0,20 | 0,200               |
| Werte nach 2 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,16 | 0,18 | 0,17 | 0,170               |
| Werte nach 3 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,150               |
| Werte nach 4 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,133               |
| Werte nach 5 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,113               |
| Werte nach 6 Wochen<br>(nass gelagert)      | 0,09 | 0,09 | 0,11 | 0,097               |

Tab. 13: Palapress (bei Zinnfolienisolierung)

Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(alle Modelle ohne Wall)

| Modell-Nr.                               | 1    | 2    | 3    | Mittelwert<br>1 - 3 |
|------------------------------------------|------|------|------|---------------------|
| Werte direkt nach dem Ausbetten          | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,267               |
| Werte nach 24 Stunden (trocken gelagert) | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,313               |
| Werte nach 1 Woche (nass gelagert)       | 0,25 | 0,24 | 0,26 | 0,250               |
| Werte nach 2 Wochen (nass gelagert)      | 0,22 | 0,21 | 0,24 | 0,223               |
| Werte nach 3 Wochen (nass gelagert)      | 0,20 | 0,20 | 0,22 | 0,207               |
| Werte nach 4 Wochen (nass gelagert)      | 0,18 | 0,18 | 0,21 | 0,190               |
| Werte nach 5 Wochen (nass gelagert)      | 0,17 | 0,16 | 0,19 | 0,173               |
| Werte nach 6 Wochen (nass gelagert)      | 0,16 | 0,15 | 0,18 | 0,163               |

Tab. 14: Palacast (bei Zinnfolienisolierung)

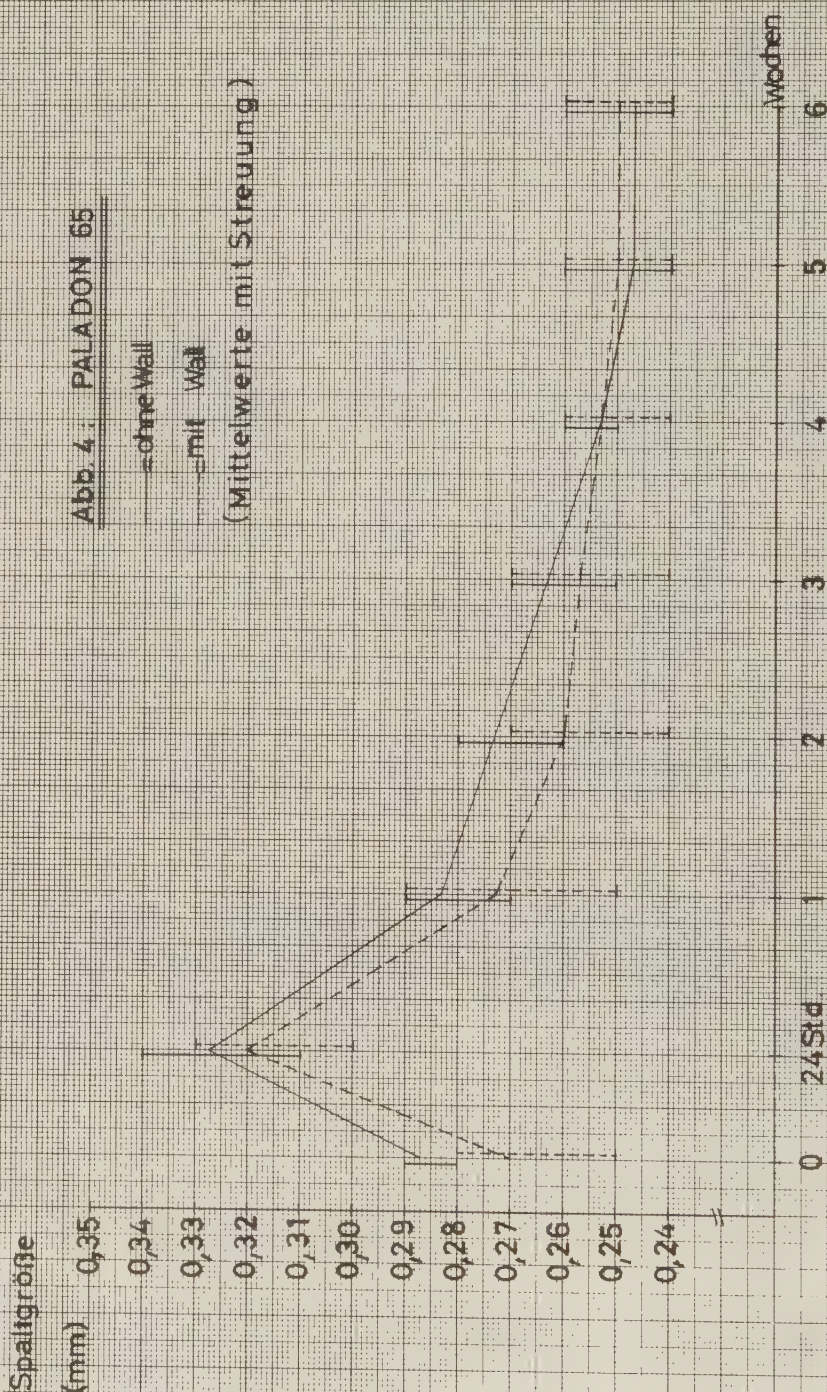
Spaltgrößen in mm zu den verschiedenen Zeitpunkten  
(alle Modelle ohne Wall)

Abb. 4. PALADON 65

— ohne Wall

- - - mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)



Spaltgröße

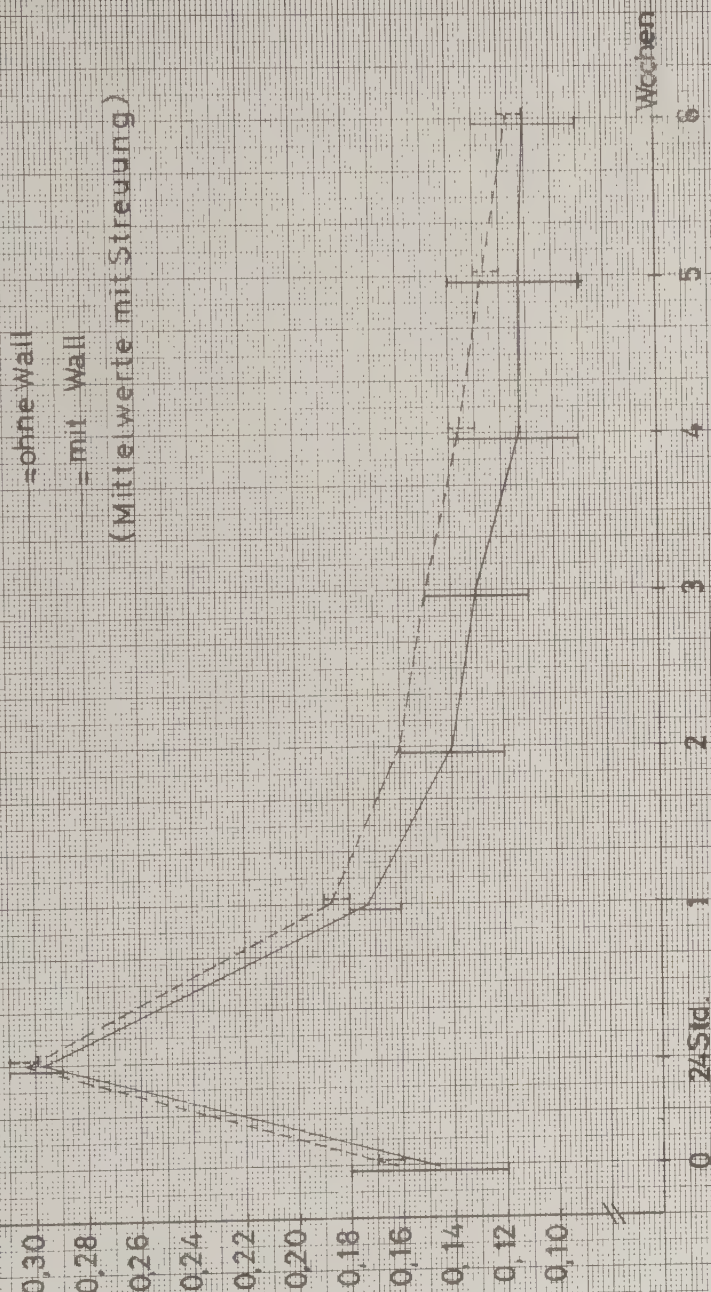
(mm)

Abb. 5: PALAPRESS

- ohne Wall

= mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)



Wochen





Spaltgröße  
(mm)

0,31  
0,30  
0,29  
0,28  
0,27  
0,26  
0,25  
0,24  
0,23  
0,22  
0,21  
0,20  
0,19  
0,18

Abb. 8: PALACAST

— ohne Wall

- - - mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)

Wochen

0 24 Std

1

2

3

4

5

6

0,30

0,25

0,24

0,23

0,22

0,21

0,20

0,19

0,18

Spaltgröße  
(mm)

0,31

0,30

0,29

0,28

0,27

0,26

0,25

0,24

0,23

0,22

0,21

0,20

Abb. 9: JVOCAST

— ohne Wall

- - mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)

Woche

6

5

4

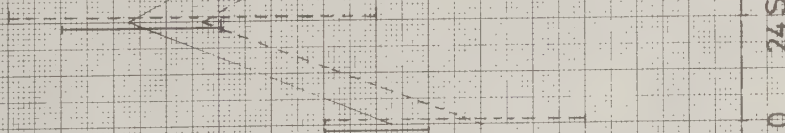
3

2

1

24 Std

0







Spaltgröße  
(mm)

Abb.12: RESULT 100

— ohne Wall

- - - mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)

Wochen

6

5

4

3

2

1

24 Std.

0

0,54  
0,53  
0,52  
0,51  
0,50  
0,49  
0,48  
0,47  
0,46  
0,45  
0,44  
0,43

≡

Spaltgröße  
(mm)

0,33

0,32

0,31

0,30

0,29

0,28

0,27

0,26

0,25

0,24

0,23

0,22

Abb.13: RESILIT (mit Retent.)

— ohne Wall

- - - mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)

Wochen

6

5

4

3

2

1

0

24 Std.

Spaltgröße

(mm)

0,45

0,44

0,43

0,42

0,41

0,40

0,39

0,38

0,37

0,36

0,35

0,34

Abb. 14. RESILIT 100 (mit Retent.)

— ohne Wall

- - - mit Wall

(Mittelwerte mit Streuung)

Wochen

6

5

4

3

2

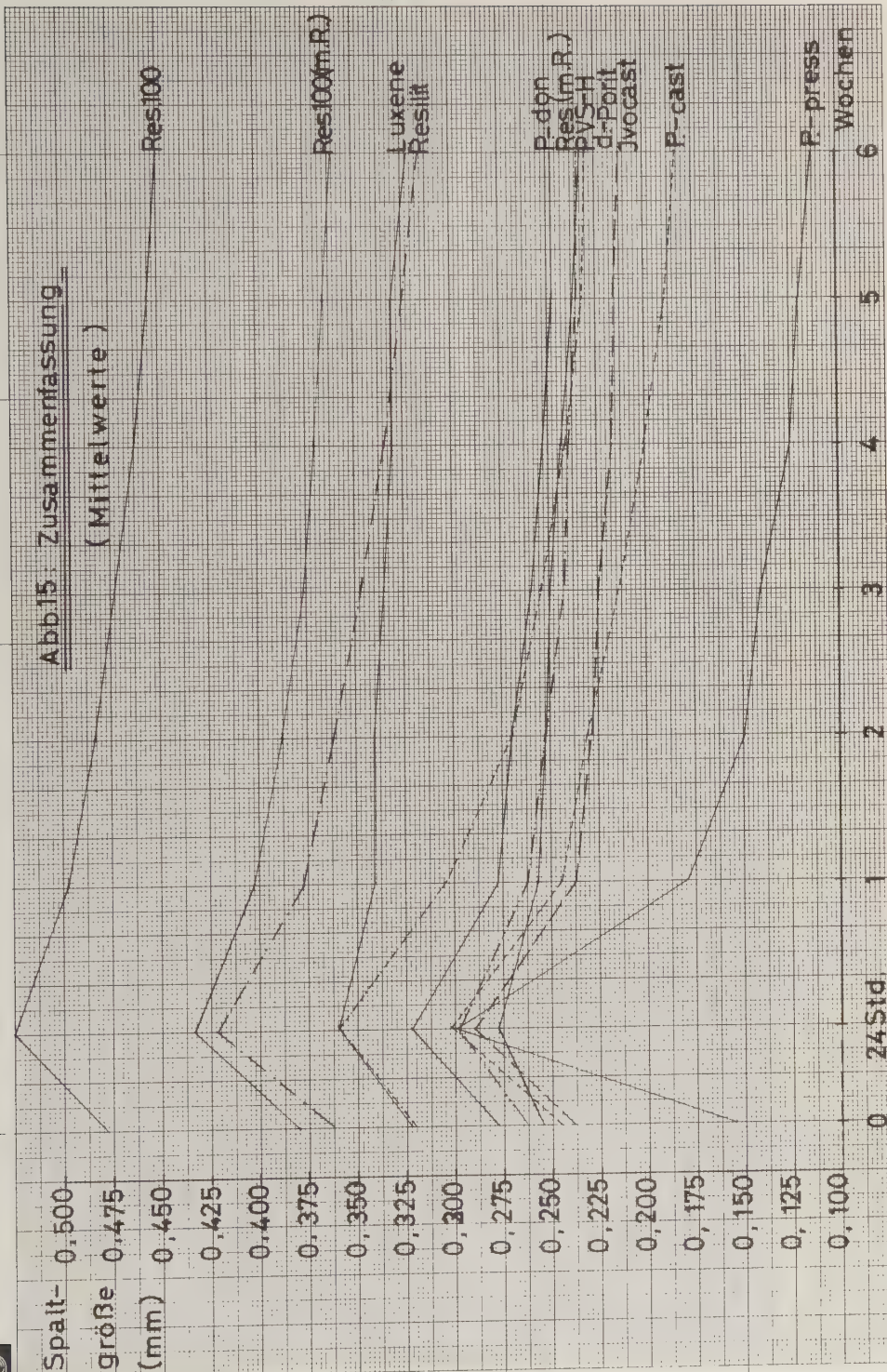
1

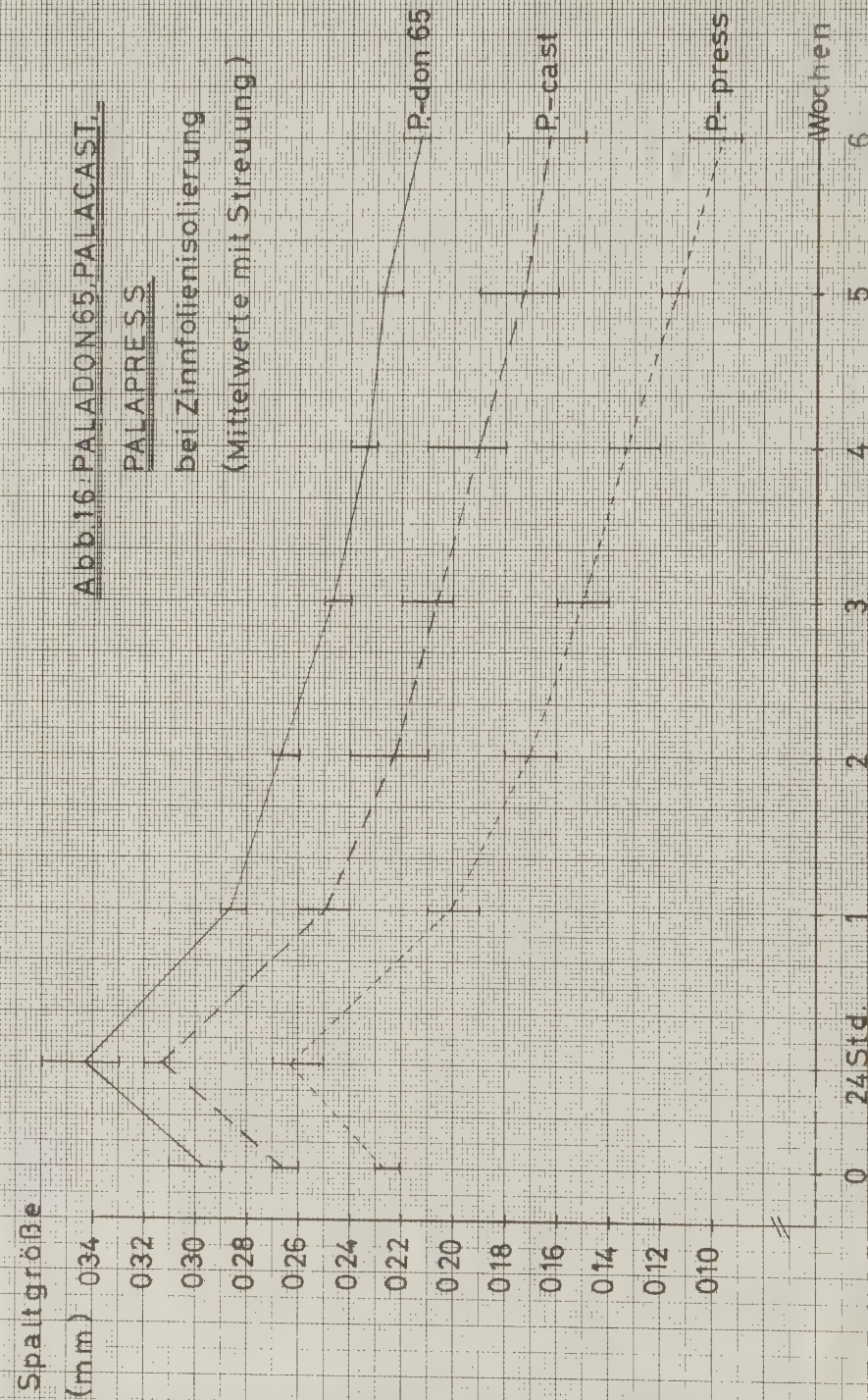
24 Std.

0



Abb.15: Zusammenfassung  
( Mittelwerte )





## V. Statistische Auswertung der Messergebnisse

Aufgabe dieser Arbeit war es, bei elf verschiedenen Kunststoffen mit ihren unterschiedlichen Herstellungsverfahren festzustellen, ob ein Unterschied bezüglich der Passgenauigkeit besteht, und inwieweit sich diese Passform anschliessend im trockenen und feuchten Milieu ändert. Um nun die Passgenauigkeit, gemessen an der Grösse des dorsalen Randspaltes bei Oberkieferprothesen, der einzelnen Materialien miteinander vergleichen zu können, ist ein globaler Test vorteilhaft, der die Frage beantwortet, ob überhaupt irgendwelche Unterschiede zwischen den einzelnen Kunststoffen und ihren Herstellungsverfahren bestehen. Hierzu können wir die "Rangvarianzanalyse von KRUSKAL und WALLIS" anwenden [34].

Wir führen diese Untersuchungen zu drei verschiedenen Zeitpunkten durch: 24 Stunden-Werte, eine Woche-Werte und sechs Wochen-Werte. Diese drei Zeitpunkte geben am besten Aufschluss über das Verhalten der einzelnen Kunststoffe. Bezüglich der Technik der Rangvarianzanalyse sei auf CAMPBELL [34] verwiesen.

Die Gesamtzahl der Beobachtungen beträgt zu jedem Zeit-

punkt  $n = \sum_{i=1}^K n_i$ , da wir Stichproben aus  $K$  Grund-

gesamtheiten von je  $n_1, n_2, \dots, n_K$  Beobachtungen er-

hoben haben. In diesem Fall ist  $K = 11, n_1 = 6,$

$n_2 = 6, n_3 = 6, n_4 = 6, n_5 = 6, n_6 = 6, n = 66.$

Jeder beobachtete Wert wird durch seinen Rang in bezug auf die zusammengefassten Stichproben gesetzt, wobei gleiche Ränge aufgeteilt werden. Anschliessend wird die

Summe  $R_i$  der Ränge bei den einzelnen Kunststoffen gebildet.

Für die einzelnen Stichproben wird  $R_i^2/n_i$ , das Quadrat der Rangsummen dividiert durch den Stichprobenumfang, berechnet, die jetzt addiert werden.

Nach der Formel

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

können wir nun die Testgrösse  $H$  bestimmen.

Unter Gültigkeit der Hypothese, dass kein Unterschied zwischen den Kunststoffen besteht, überschreitet diese Grösse nur in 5 % der Fälle zufällig den Wert von 18,3 (die 5 % Schranke der Chi-quadrat-Verteilung).

Da alle  $H$ -Werte diese Grenze weit überschreiten, verwerfen wir die Hypothese und nehmen an, dass signifikante Unterschiede bestehen.

Rangvarianzanalyse von KRUSKAL und WALLIS

24 Stunden-Werte

1. Beobachtete Werte (0,.. mm)

|                   |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|
| Paladon 65:       | 30 | 31 | 33 | 33 | 33 | 34 |
| Palapress:        | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| Luxene 44:        | 32 | 33 | 35 | 38 | 38 | 39 |
| PVS-H:            | 26 | 26 | 27 | 27 | 28 | 29 |
| Palacast:         | 29 | 30 | 30 | 30 | 31 | 32 |
| Ivocast:          | 25 | 28 | 28 | 30 | 31 | 32 |
| duraflow Porit:   | 33 | 34 | 37 | 37 | 37 | 38 |
| Resilit normal:   | 39 | 40 | 40 | 41 | 41 | 43 |
| Resilit 100:      | 51 | 52 | 53 | 53 | 54 | 54 |
| Resilit n.m.R.:   | 28 | 29 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| Resilit 100 m.R.: | 41 | 41 | 44 | 44 | 44 | 45 |

2. Ränge

|                   |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| Paladon 65:       | 19   | 27   | 36   | 36   | 36   | 39   |
| Palapress:        | 12   | 12   | 19   | 19   | 27   | 27   |
| Luxene 44:        | 32   | 36   | 41   | 46   | 46   | 48,5 |
| PVS-H:            | 2,5  | 2,5  | 4,5  | 4,5  | 7,5  | 12   |
| Palacast:         | 12   | 19   | 19   | 19   | 27   | 32   |
| Ivocast:          | 1    | 7,5  | 7,5  | 19   | 27   | 32   |
| duraflow-Porit:   | 36   | 39,5 | 43   | 43   | 43   | 46   |
| Resilit normal:   | 48,5 | 50,5 | 50,5 | 53,5 | 53,5 | 56   |
| Resilit 100:      | 61   | 62   | 63,5 | 63,5 | 65,5 | 65,5 |
| Resilit n.m.R.:   | 7,5  | 12   | 19   | 19   | 27   | 27   |
| Resilit 100 m.R.: | 53,5 | 53,5 | 58   | 58   | 58   | 60   |

| $n_i$          | $R_i$              | $R_i^2/n_i$           |
|----------------|--------------------|-----------------------|
| 6              | 193,5              | 6240,375              |
| 6              | 116,0              | 2242,667              |
| 6              | 249,5              | 10375,125             |
| 6              | 33,5               | 187,042               |
| 6              | 128,0              | 2730,667              |
| 6              | 94,0               | 1472,667              |
| 6              | 250,5              | 10458,375             |
| 6              | 312,5              | 16259,375             |
| 6              | 381,0              | 24193,500             |
| 6              | 111,5              | 2072,042              |
| 6              | 341,0              | 19380,167             |
| <hr/> 66 <hr/> | <hr/> 2211,0 <hr/> | <hr/> 95612,002 <hr/> |
| =====          | =====              | =====                 |

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$$H = \frac{12}{66 \times 67} \times 95612,002 - 3 \times 67$$

$$H = 259,463 - 201 = \underline{\underline{58,463}}$$

### Eine Woche-Werte

#### 1. Beobachtete Werte (0, .. mm)

|                   |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|
| Paladon 65:       | 25 | 27 | 28 | 29 | 29 | 29 |
| Palapress:        | 16 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 |
| Luxene 44:        | 30 | 32 | 33 | 36 | 37 | 37 |
| PVS-H:            | 24 | 25 | 26 | 26 | 26 | 28 |
| Palacast:         | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 |
| Ivocast:          | 22 | 23 | 23 | 25 | 25 | 25 |
| duraflow-Porit:   | 28 | 28 | 30 | 32 | 32 | 33 |
| Resilit normal:   | 37 | 37 | 37 | 37 | 38 | 40 |
| Resilit 100:      | 48 | 49 | 50 | 50 | 51 | 51 |
| Resilit n.m.R.:   | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 |
| Resilit 100 m.R.: | 38 | 38 | 41 | 41 | 41 | 42 |

#### 2. Ränge

|                   |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| Paladon 65:       | 17,5 | 30   | 33,5 | 37   | 37   | 37   |
| Palapress:        | 1    | 3    | 3    | 3    | 5,5  | 5,5  |
| Luxene 44:        | 39,5 | 42   | 44,5 | 46   | 49,5 | 49,5 |
| PVS-H:            | 11,5 | 17,5 | 25   | 25   | 25   | 33,5 |
| Palacast:         | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 17,5 | 17,5 | 17,5 |
| Ivocast:          | 7    | 8,5  | 8,5  | 17,5 | 17,5 | 17,5 |
| duraflow-Porit:   | 33,5 | 33,5 | 39,5 | 42   | 42   | 44,5 |
| Resilit normal:   | 49,5 | 49,5 | 49,5 | 49,5 | 54   | 56   |
| Resilit 100:      | 61   | 62   | 63,5 | 63,5 | 65,5 | 65,5 |
| Resilit n.m.R.:   | 25   | 25   | 25   | 25   | 30   | 30   |
| Resilit 100 m.R.: | 54   | 54   | 58   | 58   | 58   | 60   |

| $n_i$       | $R_i$         | $R_i^2/n_i$     |
|-------------|---------------|-----------------|
| 6           | 194,0         | 6272,667        |
| 6           | 21,0          | 73,500          |
| 6           | 271,0         | 12240,167       |
| 6           | 137,5         | 3151,042        |
| 6           | 87,0          | 1261,500        |
| 6           | 76,5          | 975,375         |
| 6           | 235,0         | 9204,167        |
| 6           | 308,0         | 15810,667       |
| 6           | 381,0         | 24193,500       |
| 6           | 160,0         | 4266,667        |
| 6           | 342,0         | 19494,000       |
| <hr/> 66    | <hr/> 2213,00 | <hr/> 96943,252 |
| <hr/> <hr/> | <hr/> <hr/>   | <hr/> <hr/>     |

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$$H = \frac{12}{66 \times 67} \times 96\,943,252 - 3 \times 67$$

$$H = 263,075 - 201 = 62,075$$


---

Sechs Wochen-Werte

1. Beobachtete Werte (0, .. mm)

|                   |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|
| Paladon 65:       | 24 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 |
| Palapress:        | 09 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 |
| Luxene 44:        | 29 | 31 | 31 | 34 | 34 | 35 |
| PVS-H:            | 22 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 |
| Palacast:         | 17 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 |
| Ivocast:          | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 |
| duraflow-Porit:   | 22 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| Resilit normal:   | 31 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Resilit 100:      | 43 | 45 | 45 | 45 | 46 | 46 |
| Resilit n.m.R.:   | 22 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 |
| Resilit 100 m.R.: | 34 | 35 | 37 | 37 | 37 | 37 |

2. Ränge

|                   |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| Paladon 65:       | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 40   | 41,5 | 41,5 |
| Palapress:        | 1    | 2,5  | 2,5  | 4,5  | 4,5  | 6    |
| Luxene 44:        | 43   | 45   | 45   | 53   | 53   | 55,5 |
| PVS-H:            | 18,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 36,5 |
| Palacast:         | 7    | 9    | 9    | 9    | 11,5 | 11,5 |
| Ivocast:          | 13   | 14,5 | 14,5 | 18,5 | 18,5 | 18,5 |
| duraflow-Porit:   | 18,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 |
| Resilit normal:   | 45   | 49   | 49   | 49   | 49   | 49   |
| Resilit 100:      | 61   | 63   | 63   | 63   | 65,5 | 65,5 |
| Resilit n.m.R.:   | 18,5 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 36,5 | 36,5 |
| Resilit 100 m.R.: | 53   | 55,5 | 58,5 | 58,5 | 58,5 | 58,5 |

| $n_i$     | $R_i$         | $R_i^2/n_i$      |
|-----------|---------------|------------------|
| 6         | 232,5         | 9009,375         |
| 6         | 21,0          | 73,500           |
| 6         | 294,5         | 14455,042        |
| 6         | 165,0         | 4537,500         |
| 6         | 37,0          | 228,167          |
| 6         | 97,5          | 1583,375         |
| 6         | 156,0         | 4056,000         |
| 6         | 290,0         | 14016,667        |
| 6         | 381,0         | 24193,500        |
| 6         | 174,0         | 5046,000         |
| 6         | 342,5         | 19551,042        |
| <u>66</u> | <u>2191,0</u> | <u>96750,168</u> |

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

$$H = \frac{12}{66 \times 67} \times 96750,168 - 3 \times 67$$

$$H = 262,551 - 201 = \underline{\underline{61,551}}$$

## VI. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen über die verschiedenen Kunststoffe zeigen deutliche Unterschiede bezüglich der Grösse des dorsalen Randspaltes. Dabei verhalten sich die einzelnen Materialien zu den verschiedenen Messzeiten mehr oder weniger abweichend.

Die graphische Zusammenfassung (Abb. 15) zeigt eindeutig, dass das Autopolymerisat *Palapress* sowohl direkt nach dem Ausbetten als auch während der Wässerung die weitaus besten Ergebnisse ergibt. Lediglich nach der 24-stündigen trockenen Lagerung hat dieser Kunststoff einen für ihn relativ hohen Wert von 0,300 mm. Nach einer Woche Wässerung jedoch erreicht er fast schon wieder den Ausgangswert.

Nahe beieinander liegen die Werte der Kunststoffe *Palacast*, *Ivocast*, *PVS-H*, *Resilit normal* (mit Retentionen) und *Paladon 65*. Ihre Anfangswerte reichen von 0,239 mm (*Ivocast*) bis 0,278 mm (*Paladon 65*), während ihre Endwerte nach sechs Wochen Wässerung zwischen 0,182 (*Palacast*) und 0,248 mm (*Paladon 65*) liegen. Im gleichen Bereich liegt der Endwert von *duraflo-Porit* (0,228), jedoch sein Anfangswert ist bedeutend höher (0,323).

Betrachten wir einmal den Verlauf der Kurven von *Luxene 44* und *PVS-H* und vergleichen sie mit denen der anderen Kunststoffe, so können wir feststellen, dass bei diesen beiden Materialien die Veränderungen nach der Polymerisation bedeutend geringer sind als bei den anderen Kunststoffen. Das bedeutet, dass sie auf der einen Seite weniger schrumpfen, andererseits aber auch bei der Wässerung eine geringere Quellungsneigung besitzen, sie nehmen

nur sehr wenig Flüssigkeit auf.

Die schlechtesten Ergebnisse bei den Ausmessungen zeigt der Kunststoff Resilit 100. Es handelt sich hierbei um ein auf heisspolymerisierender Basis aufgebautes Akrylat. Durch die hohe Polymerisationstemperatur von  $100^{\circ}\text{C}$  ist hier auch die Schrumpfung bedeutend grösser.

Dass sich aber auch bei diesem Kunststoff eine Verbesserung der Passgenauigkeit erzielen lässt, zeigen die Werte, die bei der Herstellung der Platten nach den Verarbeitungsrichtlinien der Firma Erkodent resultieren. Durch die Retentionslöcher im Gipsmodell entlang der Gaumennaht konnte die Grösse des dorsalen Randspaltes sowohl bei Resilit normal als auch bei Resilit 100 um durchschnittlich 0,1 mm verringert werden.

Im zweiten Teil der Versuche wurde Zinnfolie (0,03 mm) zur Isolation bei der Herstellung von Paladon-, Palapress- und Palacastplatten verwendet. Vergleichen wir die Werte bei normaler und bei Zinnfolienisolierung miteinander, so liegen bei allen drei Kunststoffen die Anfangswerte bei Zinnfolienisolierung höher als bei normaler Isolierung, die Endwerte jedoch sind bei Zinnfolienisolierung bedeutend besser als bei normaler Isolierung.

## VII. Zusammenfassung

An Prothesenplatten der Kunststoffe Paladon 65, Palapress, Luxene 44, PVS-H, Palacast, Ivocast, duraflo-Porit, Resilit normal und Resilit 100 wurde die Grösse des dorsalen Randspaltes einmal direkt nach dem Ausbetten, dann nach 24 Stunden trockener Lagerung und schliesslich im wöchentlichen Abstand über sechs

Wochen bei Wässerung gemessen.

Im ersten Teil der Versuche diente Alginat- bzw. das für die einzelnen Kunststoffe vorgeschriebene Isoliermittel zur Isolierung, während im zweiten Abschnitt Zinnfolie auf das Gipsmodell aufrotiert wurde.

Durch die Grösse des dorsalen Randspaltes können wir Rückschlüsse auf die Passgenauigkeit einer Prothese schliessen. Der dorsale Spalt, der in mehr oder weniger grossem Ausmass bei jeder Prothese vorhanden ist, zeigt am auffälligsten die Veränderungen der Kunststoffe an.

Die 24-stündige Nachschrumpfung konnte bei allen Kunststoffen durch die Wässerung über sechs Wochen wieder ausgeglichen werden, ja es trat bei allen sogar Spaltgrössenverminderung ein.

Bei den Kunststoffen *Luxene 44* und *PVS-H* sind die Veränderungen geringer als bei allen anderen Materialien. Die grösste Veränderung in der ersten Woche zeigt das Autopolymerisat *Palapress*.

Bei Zinnfolienisolierung haben wir anfangs zwar schlechtere Werte, jedoch können wir mit dieser Art der Isolierung bedeutend bessere Endergebnisse erzielen.

## Literaturverzeichnis

1. Abel, H :                      Gesteuerter Schwund bei der Polymerisation von Akrylaten  
Deutsche zahnärztl. Z.  
15, 1347 (1960)
  
2. Anderes, Th :                      Über die Passform von Kunststoffprothesen  
Schweiz. Mschr. f. Zahnheilkunde  
62, 531 - 534 (1952)
  
3. Appenzeller, M :                      Materialprüfungen an neuen Prothesen-Kunststoffen  
Schweiz. Mschr. f. Zahnheilkunde  
56, 549 - 578 (1946)
  
4. Bavendi, B :                      Der Einfluss unterschiedlicher Herstellungsverfahren auf die Lageänderung der Ersatzzähne und Formänderung der Prothesenbasis  
Dental Labor  
21, 921 - 925 (1973)
  
5. Brenstedt, A :                      Neue Kunststoffe und Probleme ihrer Verarbeitung in der zahnärztlichen Prothetik  
Deutsche Stomatologie  
15, 776 - 787 (1965)

6. Budzinski, P.-M. : Über die Passgenauigkeit von Prothesenbasen aus Kunststoff nach üblichen und nach dem Hedent-Verfahren hergestellt  
Med. Diss., Marburg 1970
7. Caesar, K.-H. : Prothesen aus Wärmepolymerisaten oder gegossenen Polymerisaten  
Dental Labor  
20, 3, 27 - 36 (1972)
8. Deppe, A : Selbsthärtende Kunststoffe  
Deutsche zahnärztl. Wschr.  
45, 115 - 116 (1942)
9. Ehricht, R : Untersuchungen über Passgenauigkeit, Formtreue und Wasseraufnahme von Giesskunststoffen, sowie die Spaltbildung zwischen Metall und Kunststoff  
Med. Diss., Mainz 1973
10. Gottfriedsen, J.-P. : Die Giessharztechnik  
Dental Labor  
19, 19 - 23 (1971)
11. Janke, G : Die Abhängigkeit der Protheseneigenschaften von der Laborverarbeitung  
Deutsche zahnärztl. Z.  
10, 1437 - 1443 (1955)

12. Janke, G : Das Gewichts-, Volumen- und Dichteverhalten unvernetzter Kunststoffe bei Austrocknung und Wasseraufnahme in Abhängigkeit von der Verarbeitung  
Deutsche zahnärztl. Z.  
12, 1464 - 1467 (1957)
13. Janke, G : Die Spritzverfahren zur Herstellung von Kunststoffprothesen - Übersicht  
Deutsche zahnärztl. Z.  
17, 1057 (1962)
14. Knischewski, F : Repititorium der werkstoffkundlichen Grundlagen der Zahnprothetik  
Verlag Neuer Merkur  
Bd. 2 (1965)
15. Marx, H : Technische Probleme bei der Vollprothesenherstellung und ihre klinische Bedeutung  
Zahnärztl. Rundschau  
72, 291 - 295 (1963)
16. Marx, H : Über den Einfluss unterschiedlicher technologischer Bedingungen bei der Herstellung von Kunststoffprothesen  
Dental Labor  
11, 43 - 46 (1963)
17. Marx, H : Zur Polymerisationsproblematik dentaler Methacrylate  
Zahnärztl. Welt  
61, 747 - 751 (1960)

18. Marxkors, R. und  
Thomas, K.D. : Erfahrungen mit dem Prothesen-  
kunststoff "Luxene 44"  
Das deutsche Zahnärzteblatt  
Heft 21/63
19. Mayer, D : Volumenschwund und Passgenauig-  
keit bei Kunststoffprothesen  
Deutsche Zahn-, Mund- und  
Kieferheilkunde  
22, 228 - 236 (1955)
20. Mentz, R : Die Auswirkung der Überdruckpo-  
lymerisation auf die Passgenauig-  
keit prothesenähnlicher Kunststoff-  
körper  
Med. Diss., Berlin
21. Pfaendler, R : Ausgleich der Kontraktion bei der  
Polymerisation durch Wasserauf-  
nahme beim Gebrauch von Kunst-  
stoffprothesen  
Zahntechnik  
3, 269 (1950)
22. Rebel, H.-H. : Bio-Prothetik und Werk-Prothetik  
Deutsche zahnärztl. Z.  
13, 1041 (1958)
23. Ritze, H : Quellung der Kunststoffe  
Deutsche zahnärztl. Z.  
20, 1245 - 1265 (1965)

24. Schlamp : Vergleichende Untersuchungen  
über Art und Menge des Residual-  
monomers in verschiedenen zahn-  
ärztlichen Methacrylaten  
Med.Diss., Mainz 1972
25. Schröder, A : Über die Abhängigkeit der Pro-  
thesenqualität von den Polymerisa-  
tionsbedingungen  
Schweiz. Mschr. f. Zahnheilkunde  
62, 1108 - 1121 (1952)
26. Schröder, A : Die Eignung der Methacrylate als  
Prothesenstoffe im Lichte neuer  
Untersuchungen  
Schweiz. Mschr. f. Zahnheilkunde  
63, 961 - 971 (1953)
27. Schwickerath, H : Kunststoffe im Giessverfahren  
Dental Labor  
20, 50 - 53 (1972)
28. Schwickerath, H : Zur Frage der Formveränderung  
Zahnärztl. Welt  
67, 287 - 288 (1966)
29. Schwickerath, H : Festigkeits-, Elastizitäts- und  
Formänderungseigenschaften von  
Kunststoffen im Giessverfahren  
Zahnärztl. Welt  
81, 531 - 534 (1972)

30. Simon, K.:                      Praktische Erfahrungen in der  
Fließharztechnik mit Palapress  
Dental Labor  
20, 31 - 32 (1972)
31. Torner, E.-V.:                      Vergleichende Untersuchungen  
über Passgenauigkeit, Formtreue  
und Wasseraufnahme einiger Pro-  
thesenkunststoffe, sowie die Spalt-  
bildung zwischen Metall und Kunst-  
stoff  
Med.Diss., Mainz 1971
32. Weikart, P.:                      Werkstoffkunde für Zahnärzte  
Carl Hanser Verlag, München  
4. Auflage (1966)
33. Winkler, S.:                      Der heutige Stand der Fließ-  
acrylate  
Dental Labor  
21, 833 - 834 ( 1973 )

#### Statistische Literatur

34. Campbell, R.C.:                      Statistische Methoden für Biologie  
und Medizin  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart  
(1971)

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Heinz Marx für die Überlassung des Themas und für die fachliche Unterstützung.

Herrn Professor Dr. K. Fuhr möchte ich für die Übernahme des Korreferates,

sowie Herrn Dr. Foltin für die Unterstützung auf dem statistischen Gebiet danken.

## L e b e n s l a u f

Am 24. September 1946 wurde ich als Sohn der Eheleute Johann Retterath und Katharina, geb. Königs, in Brück, Kreis Mayen, geboren.

Ostern 1953 wurde ich in die Volksschule in Welcherath eingeschult.

Nach dem fünften Schuljahr der Volksschule setzte ich 1958 meine Schulausbildung auf dem altsprachlichen Gymnasium der Weissen Väter in Rietberg/Westfalen fort. 1965 wechselte ich auf die Deutsche Auslandsschule nach Baexem (Holland), wo ich auch 1967 die Reifeprüfung ablegte.

Nachdem ich im Winter-Semester 1967/68 an der Pädagogischen Hochschule in Koblenz studiert hatte, begann ich zum Sommer-Semester 1968 das Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg - Universität in Mainz. Im Juni 1973 bestand ich dort die Zahnärztliche Prüfung.

Seit Januar 1974 leiste ich bei der Bundeswehr meinen Grundwehrdienst als Stabsarzt der Reserve ab.





